



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: **2009143201/09, 23.11.2009**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
23.11.2009

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **23.11.2009**

(45) Опубликовано: **27.07.2011** Бюл. № 21

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2010430 C1, 30.06.1994. RU 2309543 C2, 27.10.2007. RU 44907 U1, 27.03.2005. RU 2325759 C1, 27.05.2008. US 5669062 A, 16.09.1997. EP 1492248 A1, 29.12.2004.**

Адрес для переписки:

**355009, г.Ставрополь, ул. Пушкина, 1, ГОУ
ВПО СГУ, научно-исследовательская часть**

(72) Автор(ы):

**Федоренко Владимир Васильевич (RU),
Рачков Валерий Евгеньевич (RU),
Винограденко Алексей Михайлович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Государственное образовательное
учреждение высшего профессионального
образования Ставропольский
государственный университет (RU)**

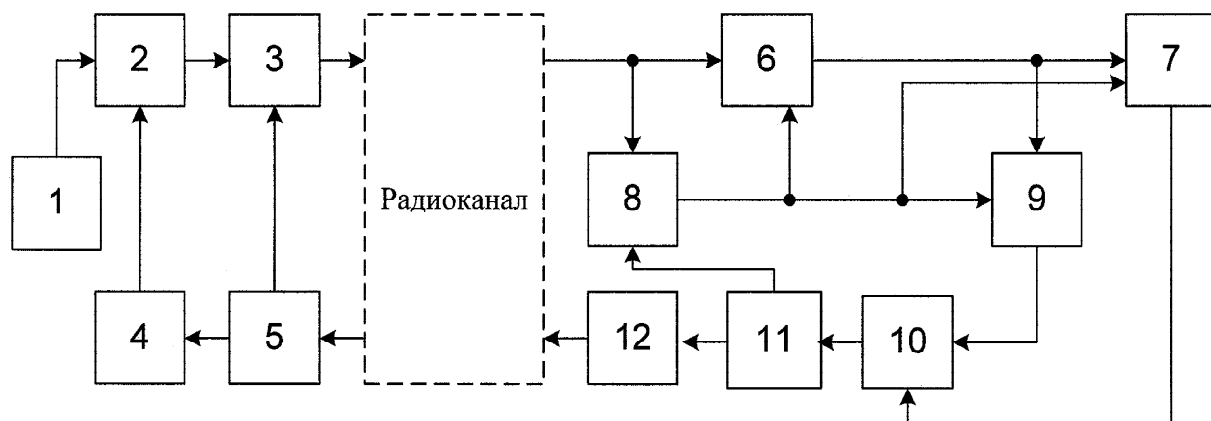
(54) АДАПТИВНАЯ РАДИОЛИНИЯ ПЕРЕДАЧИ ДИСКРЕТНОЙ ИНФОРМАЦИИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к электросвязи и может быть использовано для передачи дискретной информации по радиоканалам. Технический результат - повышение скорости передачи дискретной информации в условиях воздействия преднамеренных помех в радиоканале. Для этого в известное устройство, содержащее формирователь информационного сигнала, манипулятор сигнала, два блока управления, блоки приема и передачи обратного канала, демодулятор, формирователь символов информации, блок

выделителя манипуляционного кода и вычислитель отношения помеха/сигнал, дополнительно введены блок вычисления оптимальной длины информационного пакета и блок изменения длины пакета. Выбор оптимальной длины информационного пакета осуществляется по критерию минимума вероятности стирания пакета с обнаруженной ошибкой и на основании учета уровня мощности преднамеренной помехи, вычисляемой относительно мощности сигнала. 2 табл., 1 ил.

RU 2 4 2 5 4 4 4 C 1



RU 2 4 2 5 4 4 4 C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION(21)(22) Application: **2009143201/09, 23.11.2009**(24) Effective date for property rights:
23.11.2009

Priority:

(22) Date of filing: **23.11.2009**(45) Date of publication: **27.07.2011 Bull. 21**

Mail address:

**355009, g.Stavropol', ul. Pushkina, 1, GOU VPO
SGU, nauchno-issledovatel'skaja chast'**

(72) Inventor(s):

**Fedorenko Vladimir Vasil'evich (RU),
Rachkov Valerij Evgen'evich (RU),
Vinogradenko Aleksej Mikhajlovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie
vysshego professional'nogo obrazovanija
Stavropol'skij gosudarstvennyj universitet (RU)****(54) ADAPTIVE RADIO LINE OF DIGITAL INFORMATION TRANSFER**

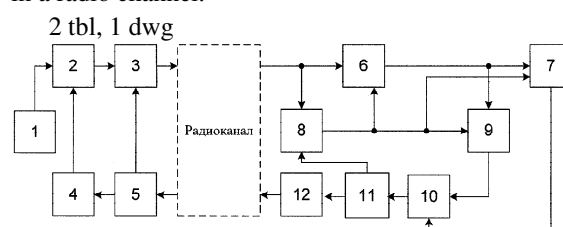
(57) Abstract:

FIELD: radio engineering.

SUBSTANCE: device that comprises an information signal generator, a signal manipulator, two control units, units of return channel reception and transfer, a demodulator, an information symbols generator, a unit of a manipulation code extractor and a calculator of noise-signal ratio, additionally includes a unit to calculate optimal length of information packet and a unit of packet length variation. The selection of the optimal length of the information packet is made by a criterion of minimum probability of erasure of a packet with a

detected error and on the basis of accounting of the power level of a deliberate noise calculated relative to a signal capacity.

EFFECT: increased speed of digital information transfer under conditions of deliberate noise impact in a radio channel.



Изобретение относится к электросвязи и может быть использовано для передачи дискретной информации по радиоканалам.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому изобретению относится адаптивная радиолиния передачи дискретной информации, содержащая на передающей стороне формирователь информационного сигнала, манипулятор сигнала, блок управления, блок приема обратного канала, а на приемной стороне - демодулятор информационного сигнала, формирователь символов информации, блок выделителя манипуляционного кода, измеритель отношения сигнал/помеха, измеритель дальности, вычислитель среднего отношения помеха/сигнал, блок рандомизированного выбора информационной скорости, датчик случайных чисел, генератор тактовых импульсов, генератор манипуляционного кода, блок передачи обратного канала, блок управления (см. патент РФ на изобретение №2010430, опубл. 30.03.1994 в бюл. №6). Данное устройство взято в качестве прототипа.

Недостатком указанной радиолинии является низкая скорость передачи дискретной информации в условиях воздействия преднамеренных помех в радиоканале. Это обусловлено тем, что при обнаружении ошибок в приеме сообщений пораженная часть информационной последовательности в виде пакетов (или блоков) стирается, и по обратному каналу делается запрос на их повторную передачу. При этом не учитывается зависимость вероятности стирания пакета (а следовательно, гарантируемой реализованной скорости передачи информации в радиолинии с обратным каналом) от реального энергетического ресурса постановщика помех.

Основной задачей, на решение которой направлено заявляемое изобретение, является повышение гарантируемой реализуемой скорости передачи информации в радиолинии с обратным каналом.

Указанный технический результат достигается тем, что в известное устройство, содержащее формирователь информационного сигнала, манипулятор сигнала, два блока управления, блоки приема и передачи обратного канала, демодулятор, формирователь символов информации, блок выделителя манипуляционного кода и вычислитель отношения помеха/сигнал, дополнительно введены блок вычисления оптимальной длины информационного пакета и блок изменения длины пакета. Выбор оптимальной длины информационного пакета осуществляется по критерию минимума вероятности стирания пакета с обнаруженной ошибкой и на основании учета уровня мощности преднамеренной помехи, вычисляемой относительно мощности сигнала.

На чертеже изображена структурная электрическая схема предложенного устройства.

Адаптивная радиолиния передачи дискретной информации содержит на передающей стороне радиоканала формирователь 1 информационного сигнала, блок 2 изменения длины пакета, манипулятор 3 информационного сигнала, блок 4 управления, блок 5 приема обратного канала, а на приемной стороне радиоканала - демодулятор 6, формирователь 7 символов информации, блок 8 выделителя манипуляционного кода, вычислитель 9 отношения помеха/сигнал, блок 10 вычисления оптимальной длины информационного пакета, блок 11 управления и блок 12 передачи обратного канала.

Устройство работает следующим образом.

Информационный сигнал с выхода формирователя 1 поступает на вход блока 2 изменения длины пакета, где формируются информационные пакеты длиной в n бит, причем за счет избыточного кодирования (когда $n > k$, где k - число бит, составляющих информационную часть пакета) на приемной стороне осуществляется обнаружение и

исправление ошибок, возникающих при передаче информации в радиоканале. С выхода блока 2 изменения длины пакета сигналы подаются на информационный вход манипулятора 3, с выхода которого высокочастотный сигнал передается в радиоканал.

Выбор длины пакета n осуществляется в соответствии с командой, поступающей на управляющий вход блока 2 с выхода блока 4 управления. Информация об оптимальном значении числа n^* поступает на вход блока 4 управления с выхода блока 5 приема обратного канала, второй выход которого подключен к управляющему входу манипулятора 3 информационного сигнала.

Принимаемый из радиоканала сигнал поступает на информационные входы демодулятора 6, где осуществляется его преобразование в область низких частот, и блока 8 выделителя манипуляционного кода. С выхода демодулятора 6 низкочастотный сигнал поступает на информационный вход формирователя 7 символов информации, выполняющего также функции декодера, и на первый вход вычислителя 9 отношения помеха/сигнал. Выходной сигнал блока 8 подается на управляющие входы демодулятора 6 и формирователя 7, а также на второй вход вычислителя 9 отношения помеха/сигнал.

В вычислителе 9 осуществляется определение отношения δ мощности сигнала к мощности помехи с учетом базы сигнала. Результат вычисления δ поступает в блок 10 вычисления оптимальной длины информационного пакета, где определяется число n^* бит в информационном пакете, при котором обеспечивается максимальная гарантированная скорость C_T передачи информации с учетом повторной передачи отдельных пакетов, содержащих ошибочно принятые символы информации. Сведения об ошибочно принятых символах поступают с выхода формирователя 8 символов информации на второй вход блока 10 вычисления оптимальной длины информационного пакета.

Информация о вычисленном значении числа n^* с выхода блока 10 подается на вход блока 11 управления, в котором вырабатывается команда на установление оптимальной длины пакета. Данная команда с первого выхода блока 11 поступает через блок 12 передачи обратного канала в передающую часть устройства (на вход блока 5 приема обратного канала). Со второго выхода блока 11 управления информация об оптимальной длине информационного пакета подается на управляющий вход блока 8 выделителя манипуляционного кода.

Предлагаемое устройство позволяет повысить скорость передачи дискретной информации в условиях преднамеренных помех с ограниченной средней мощностью и наличия канала обратной связи (обратного канала).

Энергетические ограничения постановщика помех с относительной средней мощностью δ (нормированной к мощности сигнала на длительности одного разряда информации) соответствуют ограничению энергии на длительности пакета из n двоичных разрядов. Оптимизированная помеха при обобщенном показателе в виде $Q = 1 - p_{cm}$, где p_{cm} - вероятность стирания (т.е. вероятность обнаружения при приеме пакета хотя бы одной неисправимой ошибки) должна действовать непрерывно на каждый очередной пакет с максимальной имеющейся мощностью δ . Это, кстати, отражает физический смысл необходимости подавления всех повторяющихся пакетов при использовании протоколов с информационной или решающей обратной связью, так как достаточно успешной передачи одного из пакетов (за допустимое время), чтобы требования по своевременности были выполнены.

В то же время непрерывность оптимизированных помех между пакетами не исключает прерывистости помех на длительности пакетов. При этом

оптимизируемыми параметрами помехи являются количество подавляемых блоков N_δ пакета и количество подавляемых разрядов m_δ в блоке из m разрядов.

При равномерном распределении энергии помех на длительности N_δ разрядов вероятность стирания, как вероятность хотя бы одной ошибки, может быть вычислена по формуле [1]:

$$P_{ст} = 1 - [1 - p_{ош}(\delta)]^{N_\delta}, \quad (1)$$

где $p_{ош}(\cdot)$ - вероятность ошибочного приема элемента информации.

Так как зависимость вероятности ошибки при приеме отдельных разрядов пакета от относительной мощности помех $p_{ош}(\delta)$ является выпукло-вогнутой с параметром δ_q , то оптимальная помеха с относительной средней мощностью на разряд δ , максимизирующая вероятность стирания пакета длиной n разрядов, имеет вид помехи, сосредоточенной на N_δ разрядах (с точностью до одного разряда), где $N_\delta \approx n \cdot \delta / \delta_q$.

Исследования структуры оптимизированных помех (относительно структуры подавляемых пакетов) показали, что с ростом средней мощности помех уровень мощности на каждом из подавляемых блоков (в среднем на один разряд) при $1 < N_\delta < n$ примерно остается постоянным и с ростом N_δ быстро сходится к величине δ_q , равной параметру выпуклого замыкания графика зависимости вероятности ошибочного приема блока от мощности помех [2]. В частном случае в роли внутренних блоков могут выступать отдельные биты, вероятность ошибочного приема которых определяется алгоритмом формирования и обработки сигналов на физическом уровне. Тогда при использовании типовых режимов фазовой (ФМ), относительно фазовой (ОФМ) и частотной (ЧМ) манипуляций величина δ_q определяется по таблице 1, полученной на основании [3] (где h^2 - отношение энергии сигнала к спектральной плотности шума).

Таблица 1						
Помеха	Режим					
	ФТ		ОФТ		ЧТ	
	$h^2=10$	$h^2=100$	$h^2=10$	$h^2=100$	$h^2=10$	$h^2=100$
Когерентная	1,37	1,23	0,69	0,62	0,72	1,07
Некогерентная	1,75	1,62	0,88	0,81	1,1	1,28
Шумовая	1,2	1,39	0,59	0,69	0,28	0,48

Оптимальной стратегией постановщика помех при подавлении пакетов с обнаружением ошибок является концентрация энергии помех на части разрядов каждого пакета. При этом гарантированная реализованная скорость C_T зависит от длины пакетов и относительной средней мощности помех следующим образом:

$$C_T(n, \delta) = (k/n) \cdot [1 - p_{ст}(n, \delta)] \cdot C_0, \quad (2)$$

где C_0 - скорость передачи информации на физическом уровне, $p_{ст}(n, \delta)$ - вероятность стирания, определяемая из выражения (1).

Рассмотрим случай оптимизированного воздействия когерентной помехи на псевдослучайную последовательность фазоманипулированных сигналов с базой $B=13$, энергетическим параметром $h^2=10$ при допустимой вероятности ошибки на бит $p_{ош.нр} = 10^{-3}$. Известно [2], что при достаточно большой базе сигнала ($B>10$) для указанных в таблице 1 видов помех в расчетные формулы вместо δ_q необходимо подставлять значения относительной мощности помех, уменьшенной в базу раз, т.е. δ_q/B . Для данного случая в таблице 2 приведены значения коэффициента C_T/C_0 снижения гарантированной средней реализованной скорости пакетной передачи

информации (по отношению к скорости передачи информации на физическом уровне) при различных значениях длины пакетов n и относительной средней мощности помех δ , полученные в соответствии с выражением:

$$C_T / C_0 = (k/n) \cdot (1 - p_{\text{ош.тр}})^{nB\delta/\delta_q} \quad (3)$$

Таблица 2							
n	δ						
	0	0,05	0,1	0,3	0,5	0,7	1
128	0,90	0,84	0,79	0,61	0,47	0,36	0,25
64	0,83	0,80	0,78	0,68	0,60	0,53	0,44
32	0,72	0,71	0,70	0,65	0,61	0,57	0,52
24	0,67	0,66	0,65	0,62	0,59	0,56	0,53

Как видно из таблицы 2, где жирным шрифтом выделены максимальные значения C_T/C_0 для определенных δ , при изменении уровня помех передача пакетов с постоянной длиной является неэффективной. Таким образом, чтобы гарантировать максимальную реализованную скорость $C_T(\delta)$ пакетной передачи информации в различной помеховой обстановке необходимо иметь возможность изменять длину пакета в достаточно широких пределах.

Источники информации:

1. Крук Е.А., Семенов С. В. Уменьшение задержки сообщения в пакетных радиосетях с помощью кодирования на транспортном уровне// Электросвязь. - 1994. - №9. - С.25-27.

2. Чуднов А.М. Помехозащищенность системы передачи информации с псевдослучайным переключением частот в условиях наихудших помех// Известия вузов. Радиоэлектроника. - 1984. - №9. - С.3-8.

3. Мальцев А.Д., Одоевский С.М. Сравнительный анализ помехозащищенности систем передачи информации в условиях наихудших помех// Известия вузов. Радиоэлектроника. - 1990. - №4. - С.79.

Формула изобретения

Адаптивная радиолиния передачи дискретной информации, содержащая на передающей стороне формирователь информационного сигнала, последовательно соединенные блок приема обратного канала и блок управления, манипулятор информационного сигнала, управляющий вход которого подключен к второму выходу блока приема обратного канала, а на приемной стороне радиоканала - последовательно соединенные демодулятор и формирователь символов информации, блок выделителя манипуляционного кода, информационный вход которого вместе с входом демодулятора являются входом приемной стороны, выход блока выделителя манипуляционного кода подключен к управляющим входам демодулятора и формирователя символов информации, вычислитель отношения помеха/сигнал и последовательно соединенные блок управления и блок передачи обратного канала, второй выход блока управления подключен к управляющему входу блока выделителя манипуляционного кода, отличающаяся тем, что дополнительно введены на передающей стороне блок изменения длины пакета, выход которого подключен к информационному входу манипулятора информационного сигнала, а входы блока изменения длины пакета соединены соответственно: информационный вход - с выходом формирователя информационного сигнала, а управляющий вход - с выходом блока управления, а на приемной стороне - блок вычисления оптимальной длины

информационного пакета, первый и второй входы которого соединены соответственно с выходом вычислителя помеха/сигнал и выходом формирователя импульсов информации, а выход блока вычисления оптимальной длины информационного пакета подключен к входу блока управления, первый вход
5 вычислителя отношения помеха/сигнал соединен с выходом демодулятора, а второй вход - с выходом блока выделителя манипуляционного кода.

10

15

20

25

30

35

40

45

50